

Actividades de Refuerzo en el Proceso de Aprendizaje.

Fomentando la Reflexión sobre la función de la
Enseñanza no formal.

Master de Formación del Profesorado de Educación Secundaria.
Universidad de Cantabria.

Patricia Venero Comerón

Junio, 2013

Declaración

“Declaro que el presente estudio es un trabajo personal y de carácter original, excepto en aquellos puntos en los que se indica lo contrario por medio de las correspondientes citas y referencias”. Para lo cual firmo en Santander a 21 de Junio de 2013.

Firma de la autora del TFM:

El profesor Julio Largo Maeso, como director del presente trabajo Fin de Máster, autoriza la presentación y defensa del mismo ante el tribunal correspondiente. Para lo cual firmo en Santander a 21 de Junio de 2013.

Firma del Director del TFM:

Resumen

En este trabajo tratamos de analizar y cuando menos realizar una reflexión sobre la importancia de la enseñanza no formal. Haremos énfasis en que para lograr un mejor resultado del aprendizaje, este debe ser planificado si cabe más que una unidad didáctica impartida en el aula.

Veremos las posibles actuaciones que se pueden realizar tanto en la planificación de una actividad enfocada en la enseñanza no formal, como antes de acudir y en lo que nosotros nos centraremos es en el retorno al centro y cómo podemos fijar, y aclarar ideas. Resaltando la importancia de no fomentar la permanencia de las ideas previas.

Finalmente llegaremos a la conclusión de que alcanzar los objetivos iniciales planteados, no dependerá únicamente de una buena planificación previa de la actividad sino que la obtención de un mejor resultado en el proceso de aprendizaje de los alumnos va estar condicionado por situaciones cotidianas propias de los centros educativos.

Índice

1. Introducción.	5
2. Características de los centros de ciencias.	8
3. Aula Tocar la Ciencia.	9
4. Preparación de una actividad. Fases	12
5. Desarrollo de la Actividad. Evaluación de una visita realizada.	14
6. Conclusiones. Reflexión final	22
7. Bibliografía	28
8. Anexos	29

1. Introducción

La importancia de la Educación Científica, en particular de la Física y la Química, en la formación de los ciudadanos en un momento como el actual, es una realidad demandada por la sociedad de la información y del conocimiento del siglo XXI.

Enseñar Ciencias no solo es lograr que mejore la imagen que el alumnado y la ciudadanía tienen de ella sino que adquieran un nivel significativo de las mismas; conseguir que los estudiantes aprendan a pensar con una lógica científica, es invertir en el presente y en el futuro de una sociedad.

Las Ciencias Experimentales son parte esencial del saber de nuestro tiempo, siendo la Física y la Química soportes de ella al ser disciplinas de instrumentación básica en el conocimiento científico. Es difícil imaginar el mundo actual sin tener en consideración las implicaciones que la mecánica, la electricidad o la electrónica; el mundo de la imagen, del sonido o de las comunicaciones suponen, o sin contar con medicamentos, abonos para el campo, colorantes o plásticos. Todos estos campos fundamentan sus principios en contenidos relacionados con la Física y la Química.

Realizando un análisis general de la situación de la enseñanza de las ciencias experimentales en la educación secundaria se aprecia que en nuestro sistema educativo las ciencias experimentales están muy devaluadas, con un escaso número de horas en los currículos oficiales y con la consideración en algunos niveles educativos como materia optativa. Bajo esta situación encontramos el problema añadido de currículos muy extensos que fuerzan a impartir los temarios en las aulas de manera muy estricta y rápida por parte de los docentes, provocando en numerosas ocasiones, que los alumnos no sean capaces de entender los conceptos explicados.

Otro problema que se manifiesta en los niveles obligatorios es la imposibilidad de realizar el necesario trabajo experimental en el laboratorio, de gran importancia para la formación científica de nuestro alumnado, ya que no se contempla por la administración educativa del centro educativo la dotación de las horas necesarias para realizarlo, con garantías de seguridad y calidad. La no

disposición de las horas lectivas necesarias para realizar el trabajo experimental en el laboratorio del centro de secundaria, en ocasiones se intenta suplir con la visita a centros de ciencias que ofrecen una visualización de la aplicación práctica de las Ciencias. Este uso de un recurso didáctico tan potente, como el aprendizaje o educación no formal, desvirtúa el verdadero objetivo del mismo.

Las aportaciones de relevantes investigaciones indican que cuando la visita escolar está integrada en la programación del aula y tiene como material de apoyo una guía didáctica formada por actividades diversas, entonces, el aprendizaje de ese alumnado será mucho más significativo y no sólo actitudinal, sino también conceptual y procedimental.

Frecuentemente el profesorado intenta seguir las recomendaciones de los diseños curriculares en cuanto a incorporar a su docencia estrategias de enseñanza en contextos no escolares, tales como visitas a centros de ciencias, acuarios, centros interactivos, etc., pero se encuentra con numerosos problemas tanto educativos como económicos y organizativos.

Según la bibliografía relativa a las visitas a centros de ciencia, el aprendizaje logrado por los estudiantes tras la realización de la salida no es el que el profesorado esperaba. En general, tanto unos como otros coinciden en calificar la salida como interesante, útil y divertida, e incluso afirman haber aprendido, pero en pocas ocasiones se consiguen resultados positivos en otros ámbitos de aprendizaje que no sea el actitudinal. (Guisasola y Moretín, Enero 2013)

Por ello, nos planteamos la siguiente cuestión: ¿Cómo se puede mejorar el impacto de dichas visitas en el caso de grupos escolares para que consigan un aprendizaje de las ciencias más completo y significativo?

Para que el desarrollo conceptual producido por una visita sea realmente significativo tienen que existir conexiones que relacionan la actividad escolar en el área de ciencias con dicha salida, que los escolares encuentren sentido a la nueva información porque la relacionan con experiencias ya conocidas, de forma que su modelo cognitivo pueda seguir reconstruyéndose. En otras palabras, es necesario integrar la salida en el currículo correspondiente, adaptándola a los objetivos de aprendizaje previstos para el curso.

Varios estudios, ver por ejemplo (Rennie, 2008) y las referencias citadas, han demostrado que los estudiantes que han realizado algún trabajo previo y/o posterior en la escuela en relación con los contenidos que se van a trabajar en la visita, aprenden más de la experiencia que aquellos que no han tenido ninguna preparación, a pesar de que no abundan las experiencias con actividades previas y posteriores.

Es imprescindible considerar la importancia del rol del profesorado, que, además de organizar la salida con sus estudiantes, tendrá que planificarla con la finalidad de integrarla en su docencia diaria. Si el profesorado no diseña actividades que permitan crear puentes entre los conocimientos científicos que se trabajan en el aula y el contexto que se va a visitar, el alumnado no podrá adecuar sus modelos cognitivos a las nuevas experiencias y, en la mayoría de los casos, la visita no pasará de ser una simple actividad extraescolar.

Es necesario que el profesor diseñe un plan de actuación, programando actividades antes, durante y después de la visita, que permita al alumno poder situarse en el propio contexto para conocer sus objetivos y para relacionar sus conocimientos con la nueva información que va a recibir.

Con todo esto la enseñanza no formal ha de estar centrada en el aprendizaje, para ello se debe fundamentar en tres principios básicos:

- Integrar el aprendizaje de la escuela con la visita a centros de ciencias para establecer puentes entre ambos contextos educativos. El papel del profesorado ha de ser el de puente entre el currículo escolar y los contenidos científicos que van a ver en la visita.
- Estructurar las actividades de la visita para facilitar el aprendizaje del alumno, mediante un diseño óptimo de actividades y utilización de recursos apropiados antes, durante y después del desarrollo de la visita, plantear problemas científicos que sean relevantes para los estudiantes.
- Facilitar al profesorado estrategias de enseñanza de las ciencias apropiadas para el contexto no formal elegido; evitando esquemas rígidos poniendo el énfasis en la autonomía del estudiante.

2. Características de un Centro de Ciencias

El aprendizaje de la ciencia, como proceso continuo, necesita reforzar los contenidos adquiridos en la enseñanza formal con trabajos adicionales. El aprendizaje científico ocurre fuera del ámbito docente a través de experiencias cotidianas. Actividades manipulativas conducen a una mejor comprensión que la proporcionada por la mera observación.

Los centros de ciencias dan la oportunidad de conectar conceptos teóricos y prácticos. En la actualidad los centros de ciencias se basan en unos principios comunes que reflejan sus objetivos, sus contenidos y sus actividades. Estos serían:

- Intentar promover la cultura científica y técnica.
- Poner el énfasis en la comunicación de la ciencia, predominando la finalidad didáctica.
- Invitar al visitante a manipular las experiencias.
- Transmitir una ciencia integrada e interdisciplinar para lograr una visión global y unificada de la ciencia.

Además de las características generales que definen a un centro de ciencias actual, desde el punto de vista educativo no debemos olvidar que desempeñan una misión esencial, en estos centros los alumnos adquieren conocimientos que ayudan en su proceso de aprendizaje.

El aprendizaje, no formal, que surge en los centros de ciencias tiene unas características especiales tales como ser un proceso espontáneo e individualizado que no puede ser impuesto. La efectividad de este aprendizaje no formal se puede evaluar mediante estos aspectos:

- ❖ ¿Se aprende realmente? En los centros de ciencias los contenidos conceptuales reciben un tratamiento muy importante aunque son los contenidos procedimentales y actitudinales los que salen más favorecidos.

- ❖ ¿Cómo es el proceso de aprendizaje? Los centros de ciencias son un recurso excelente para el aprendizaje de las ciencias, pero hay que tener en cuenta que los visitantes (alumnos) se acercan con unas estructuras conceptuales previas, estas ideas previas son fundamentales en el proceso de aprendizaje. La importancia que los centros de ciencias den al tratamiento de estas ideas previas, es fundamental, ya que mediante las exhibiciones interactivas se pueden hacer explícitas las pre concepciones que los visitantes (alumnos) tienen.

Este choque entre la idea previa y el resultado empírico contribuye a mejorar el aprendizaje significativo.

- ❖ ¿Qué factores influyen en el aprendizaje? La mejora en el aprendizaje significativo de los visitantes (alumnos) se ve reforzado por una adecuada preparación de la visita y la realización de actividades complementarias. Un centro de Ciencias es una vía de divulgación científica por lo que no se debe prestar menor atención a la importancia de las estrategias de comunicación en todas sus facetas.

3. Aula Tocar la Ciencia

Una de las actividades de divulgación de la Ciencia que más éxito y continuidad está teniendo en los últimos años en Cantabria, es el aula de la Ciencia, de la Universidad de Cantabria.

Tiene varias líneas de actuación:

1. Ciclos de conferencias.
2. Sábados de la ciencia.
3. Aula espacio Tocar la ciencia y Torreón de Cartes.
4. Colaboraciones en actividades de divulgación científica.

Cada una de estas líneas presenta rasgos característicos que hacen cada actividad más indicada para un público determinado.

El Aula de la Ciencia presenta experiencias científicas y otro tipo de actividades amenas a la vez que formativas para todos los públicos y que

pueden servir a los docentes para estimular el interés por la ciencia suscitando preguntas que ayuden a comprender mejor los fenómenos y conceptos científicos.

Las cuatro líneas de actuación que abarca el aula de la ciencia están dirigidas a un público y sus objetivos son diversos.

Los ciclos de conferencias están más enfocados al público en general que tenga interés por la ciencia y la divulgación científica aunque no está excluido para estudiantes tanto de secundaria, bachiller y universitarios; durante todo el año se plantea una serie de ciclos de conferencias de temas de actualidad.

Tanto los ciclos de conferencias como la colaboración en actividades de divulgación científica no son los ambientes más idóneos para una enseñanza no formal de la ciencia al nivel de secundaria.

Los Sábados de la Física es un proyecto que atiende a la creciente demanda social de conocimiento científico, presentando la cultura científica a un público amplio de forma rigurosa y amena a la vez. Exponiendo la Física con rigor, huyendo de la ciencia como simple espectáculo, los Sábados de la Física cuentan habitualmente con prestigiosos divulgadores, con amplia experiencia en estas tareas, y cubre un amplio abanico de fenómenos físicos.

Finalmente el “El Aula Espacio Tocar la Ciencia” desarrolla actividades pedagógicas y de divulgación de la ciencia en la ESO y Bachillerato gracias a la colaboración con el Decanato de la Facultad de Ciencias. De este modo el Aula de la Ciencia cuenta con un aula para el desarrollo de actividades didácticas de física experimental con medios y dispositivos relativamente sencillos. El aula se encuentra especialmente preparada para ser utilizada con alumnos de Secundaria y Bachillerato. Los profesores de Enseñanza Secundaria tienen la oportunidad de reservar una o varias sesiones para sus propios alumnos.

En particular el Aula “Tocar la Ciencia”, es el más adecuado para una enseñanza no formal de la ciencia, o en contexto, aunque esto no quiere decir que se requiera una rebaja de contenidos. Más bien al contrario.

Su nombre es claro en cuanto a intenciones “Tocar la ciencia” pero ¿cumple ese requisito?, hasta qué punto ¿cuáles pueden ser las razones?

Para contestar estos interrogantes que nos planteamos vamos a explicar en qué consisten las sesiones que se desarrollan en el Aula “Tocar la Ciencia”.

Las sesiones previstas en el Aula “Tocar la Ciencia” durante el curso 2012-2013 son las siguientes: Experiencias de Mecánica, Experiencias de Oscilaciones y Ondas, Experiencias de Electricidad y Magnetismo, Experiencias de Óptica y Física Moderna, Experiencias de Fluidos y Experiencias de Máquinas Térmicas. Cada una de estas sesiones tiene un protocolo explicativo del desarrollo de la sesión donde se exponen las leyes de la Física que se van a desarrollar en la sesión y los experimentos relacionados con la misma. Ver *Anexo 1*

Las disciplinas seleccionadas en el curso son las ramas más importantes de la Física, permiten dar la visión general de toda la Ciencia, así como incidir y aclarar los conceptos más importantes de la Física y desterrar las ideas preconcebidas de los mismos que los alumnos poseen. También la secuencia seguida va en relación con el desarrollo histórico de la Física e intenta tener correlación con el currículo de que se imparte en la ESO y en Bachillerato

A pesar de partir de un diseño de las actividades claro y coherente, teniendo en cuenta la evolución histórica de la Física así como en grado de dificultad de los experimentos y sobretodo intentando llegar a los alumnos ¿Coincide la motivación de los responsables del aula con el motivo por el que vienen los centros?

Bajo esta pregunta que lanzamos vamos a analizar el papel de una salida en concreto, la realizada por un centro de secundaria de Santander con alumnos de 1º de Bachillerato. Los datos generales de esta salida son:

Tema seleccionado: Óptica y Física Moderna

Fecha: Abril 2013

Nº de alumnos: 18

Nivel Educativo: 1º de Bachiller

4. Preparación de la actividad. Fases.

La preparación de la actividad requiere un gran esfuerzo por parte de docente, ya que es necesario integrar la salida en el currículo correspondiente y adaptarla a los objetivos de aprendizaje previstos para el curso.

La metodología más apropiada para un óptimo desarrollo de una actividad fuera del aula debe de constar de tres fases relacionadas entre sí. Estas fases son: el “antes, durante y después”.

1. Planificación de la actividad (antes)

En este punto se tienen en cuenta aspectos tales como la elección de la sesión, las fechas disponibles tanto del centro de secundaria como del aula de la Ciencia, la relación del tema seleccionado con la programación docente, reserva y todos los trámites administrativos relativos a la salida.

Aspectos administrativos

El cálculo de los tiempos, solicitud de permisos, coordinación pedagógica, contratación de traslados. La parte administrativa y más protocolaria de la de la actividad no se puede dejar al azar, se han de coordinar tanto el tutor o tutores de los grupos de alumnos que van a realizar la visita, el profesor responsable de la asignatura y coordinador de la actividad y el responsable de organizar las actividades del instituto, se han de reunir, acordar y fijar los puntos importantes de la actividad.

Aspectos centrados en el aprendizaje

La planificación de la actividad es algo más, y es este aspecto el rol del docente es de gran importancia, la actividad ha de estar incluida dentro de una o varias unidades didácticas que los alumnos estén viendo en clase o que ya hayan estudiado. Si el docente no diseña actividades que enlacen los conocimientos desarrollados en el aula por los alumnos con los nuevos conocimientos que la actividad le va a ofrecer, ésta no dejará huella en ellos. Es necesaria una reflexión personal previa del docente y después con los alumnos para ver cuáles son las expectativas reales de la actividad. Aparece la necesidad de estructurar la actividad para estimular las conexiones entre

el aprendizaje formal (recibido en el aula) y el no formal (que nos proporciona la actividad). El docente ha de diseñar un plan de actividades para el “antes, durante y después” de la visita que permita a los alumnos relacionar sus conocimientos con la nueva información recibida.

Es primordial que el profesorado conozca lo que sus estudiantes pretenden de las visitas, sus expectativas e intereses y elegir experiencias que sirvan para profundizar en la comprensión de ideas científicas y reforzar conceptos ya conocidos o que aumenten su interés por aprender.

2. Desarrollo de la actividad (durante)

La visita implica un tiempo corto de duración por lo que es imprescindible tener un programa bien diseñado para aprovecharla al máximo, de forma que se valore más la calidad que la cantidad.

Para optimizar el aprendizaje el profesor debe tener en cuenta que las actividades diseñadas para esta fase han de intentar acercar a los alumnos al método científico es decir que realicen preguntas, confronten respuestas, que sepan cómo obtener información, seleccionarla y analizarla. Los alumnos pondrán en común los resultados y opiniones obtenidas.

3. Post actividad (después)

Las actividades en esta fase han de contribuir a la construcción del conocimiento de los alumnos, han de mostrar si los alumnos se han implicado en las experiencias vividas y si se han conseguido los objetivos deseados.

Se focalizan en el trabajo en equipo y potenciando la comunicación oral y escrita de los alumnos, para avanzar en el conocimiento los alumnos han de ser capaces de explicar las experiencias que han visto y defender su opinión acerca de las mismas, de esta forma el alumno aumenta su curiosidad e interés en temas científicos.

5. Desarrollo de una actividad. Evaluación de una visita realizada

A lo largo de este curso 2012 – 2013 se han hecho diferentes visitas al aula “Tocar la Ciencia” en las que han participado varios centros de educación secundaria de Cantabria; vamos a estudiar un caso en particular el realizado por un centro de secundaria de Santander con alumnos de 1º de Bachiller, esta visita se realizó el día 11 de Abril del 2013 y el tema seleccionado fue “Óptica y Física Moderna”. Ver Temario:

1. La luz como energía
2. Óptica geométrica
 - a) Luz laser.
 - b) Ley de Snell de la reflexión.
 - c) Espejos formando ángulo.
 - d) Ángulo límite. Fibra óptica.
 - e) El ojo como instrumento óptico.
3. Óptica ondulatoria
 - a) Experiencia de Newton.
 - b) Experiencia del doble prisma de Newton.
 - c) Polarización. Polarizadores.
 - d) Difracción por una rendija. Interferencias.
 - e) Experiencia de Young. Difracción por doble rendija.
 - f) Cubetas de ondas. Interferencias.
 - g) Colores en superficies jabonosas.
4. Física Moderna
 - a) Ruptura dieléctrica del aire. Máquina de Wimshurst.
 - b) Lámpara de plasma.
 - c) Transformador. Escalera de Jacob.
 - d) Espectros de gases enrarecidos.
 - e) Redes de difracción.
 - f) Rayos catódicos. Aparato cruz de Malta.

- g) Medida de la relación carga-masa del electrón. Aparato de Thomson.
- h) Efectos ondulatorios en electrones. Aparato de la dualidad onda-corpúsculo en electrones.
- i) Fluorescencia. Emiten al ser iluminados con luz ultravioleta.
- j) Fosforescencia. Emiten después de ser iluminados con luz ultravioleta.

Primera fase: la preparación de la visita.

En el caso que vamos a estudiar, esta primera fase no se ha desarrollado de la forma más adecuada. En primer lugar se debería haber abordado en clase el tema seleccionado para la visita al Aula “Tocar la ciencia” pero esta situación no se dio debido a que el tema “Óptica y Física Moderna” no se contempla en el currículo de 1º de Bachiller. Ante este primer, y gran inconveniente, diseñamos unas actividades previas enfocadas a intentar solucionar este escollo. Del tema seleccionado para la visita, este grupo de alumnos tiene conocimientos del campo de la Óptica, ya que sí se contempla en el currículo de 4ºESO, por esta razón comenzamos la preparación de la visita con la elaboración de un test, (Suero, Pérez, Gil, Montanero, & pardo, 2004) , para explorar las ideas previas que pueden tener los alumnos del tema. Este punto va a ser muy importante para valorar y analizar la persistencia de las ideas previas en los alumnos ya que pueden condicionar el resultado de la visita. Los ítems considerados pueden contribuir a detectar estas ideas previas:

- Confundir fuente y luz.
- Limitar el alcance de la luz a sus efectos visibles.
- Considerar que las imágenes se proyectan.
- Considerar el color como una propiedad del objeto.

Las preguntas son de opción múltiple, además los alumnos disponen de un espacio para justificar su respuesta dejando libertad a su explicación.

Test Inicial:

De entre todas las opciones que se dan como posibles repuestas a cada pregunta, señala la que te parezca correcta. Sólo hay una opción correcta. Si ninguna te parece correcta puedes elegir la opción e y expresar tu respuesta

- **En una habitación oscura se ve una pequeña llama. Pasado un tiempo se ve solo una brasa. ¿Cuándo hay emisión de luz?**

- a) No hay emisión de luz puesto que la habitación está oscura.
- b) Sólo mientras que hay llama
- c) Sólo mientras que hay brasa
- d) Mientras que hay o bien llama o bien brasa
- e)

Justifica tu respuesta

- **La piel de los chinos se ve amarilla porqué:**

- a) Posee y emite color amarillo
- b) Llena el espacio que la separa del observador de color amarillo
- c) Refleja el color amarillo
- d) Absorbe el color amarillo
- e)

Justifica tu respuesta

- **Cuando ves tu imagen en un espejo**

- a) Hay rayos de luz que viajan de ti al espejo y rebotan en él
- b) Hay rayos de luz que viajan de ti al espejo y rebotan en él y se cortan dentro, a la misma distancia de la superficie a que tú te encuentras
- c) La luz que llena el espacio que lo separa del espejo penetra en el espejo de manera simétrica
- d) La imagen que ves en el espejo existe detrás de él
- e)

Justifica tu respuesta

- **Un espejo:**

- a) Refleja la luz y absorbe las imágenes
- b) Refleja la luz simplemente
- c) Absorbe a luz y las imágenes
- d) Refleja las imágenes, pero absorbe la luz
- e)

Justifica tu respuesta

- **El color con que se ve la pared de una habitación iluminada con una bombilla depende:**
 - a) De la luz que llena el espacio entre la pared u el observador
 - b) De la luz que emite la pared
 - c) De la luz que refleja la pared
 - d) De la luz que absorbe la pared
 - e)
- Justifica tu respuesta

El objetivo es identificar ideas previas, en concreto se explicitan así:

- **Ítem 1:** Sirve para evaluar hasta qué punto los alumnos confunden “luz con fuente de luz”.
- **Ítems 2 y 5:** Evalúan las percepciones que los alumnos tienen del color.
- **Ítems 3 y 4:** Muestran las ideas previas acerca de las imágenes en espejos.

Además del test realizamos un dossier con una explicación básica de las experiencias que van a ver en el Aula “Tocar la Ciencia”. Se entrega uno a cada alumno. *Ver Anexo 2.*

Como última acción en esta primera fase, en la clase anterior a la visita el profesor de física y química del curso les habla sobre las experiencias que van a ver en el Aula “Tocar la Ciencia”, no se llega a invertir una clase lectiva, dando breves explicaciones de conceptos básicos del campo de la óptica y de la física moderna. Los alumnos hacen pocas preguntas.

El desarrollo de esta primera fase se realiza unos días antes de la visita.

Resultados de los test:

En la tabla se muestra los resultados del test, son 18 alumnos, señalamos el número de alumnos que han contestado cada opción dentro del mismo ítem y en negrita la respuesta correcta.

ITEM	a	b	c	d	e
1	2	5	2	8	1
2	3		10	5	
3	6	5	3	3	1
4	4	7	2	4	
5	3	2	7	5	

Conclusiones del test:

Ítem1: existe una buena proporción de alumnos que contestan correctamente pero son menos que los que han elegido opciones equivocadas, demostrando la aparición de una idea previa, ya que hay 5 alumnos que han elegido la opción b: “Sólo mientras que hay llama”. Los alumnos parecen asociar solo la luz con la llama: la brasa, no emite luz. La interpretación de los alumnos parece responder a una limitación de la existencia de la luz a sus efectos visibles.

Ítem 2: En este caso la mitad de los alumnos contestan correctamente, a pesar de ello se aprecia que en la clase existe la idea previa de una percepción errónea del color, esta se refleja en el número de alumnos que han contestado las opciones a y d, es decir consideran el color como una propiedad de las cosas, como su masa o su densidad.

Ítem 3: Respecto a la idea que los alumnos tienen sobre la formación de imágenes en espejos, no está muy definida. Puede ser que la pregunta no fuera muy clara, la diferencia porcentual entre la elección de la respuesta correcta y el resto de respuestas no es muy alta, ya que parece que los alumnos creen que la imagen en un espejo se encuentra en su superficie. Comentario de un alumno: *“La luz rebota contra el espejo y sale rebotada con el mismo ángulo con el que incide”*

Ítem 4: Los alumnos parecen pensar que es necesario que se absorba la luz para ver imágenes; esta idea previa se ve reflejada en los porcentajes de alumnos que eligen las opciones a y d. Comentario de un alumno: *“Te ves en el espejo y no ves luz, entonces es que la absorbe”*.

Ítem 5: Con estos resultados, porcentajes de alumnos que eligen las opciones a y d, vemos que los alumnos creen que la luz es algo estático que llena el espacio.

Con los datos que extraídos de los resultados del test, la persistencia de ideas previas y los comentarios realizados por los alumnos en clase vemos el papel tan importante que tiene la preparación de la visita.

El resultado que se desea obtener con el dossier dado los alumnos es que les sirva de ayuda para comprender las experiencias que van a ver en el Aula “Tocar la Ciencia”, y sean capaces de desterrar las ideas previas que tienen, contrastando lo que ellos piensan con lo que están viendo.

Segunda fase: la visita.

La visita se llevó a cabo en horario de mañana durante su horario escolar habitual, los alumnos y el profesor se trasladan a la facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria. La duración de la visita fue de dos horas y media.

Para muchos esta es su primera aproximación a la Universidad, no se aprovecho en positivo la ocasión para que los alumnos visitaran la facultad de Económicas, el lugar donde van a hacer la selectividad, un paseo por el centro acerca la Universidad a los alumnos de bachiller, desdramatiza la prueba de selectividad y fomenta la confianza de los alumnos porque ya conocen el edificio.

Durante el transcurso de las experiencias los alumnos tomaron notas y en algunos casos preguntaron al responsable del aula.

No se realizó ninguna reflexión sobre los contenidos que se habían visto.

Tercera fase: de vuelta al aula

Una vez terminada la visita, en la siguiente clase lectiva de física, de forma individual respondieron a unas preguntas, dadas en el dossier, para evaluar la actividad. Además realizaron, por escrito, una breve redacción sobre los conceptos que habían aprendido de la visita o que conseguían recordar y que expresarán su opinión personal.

Datos extraídos de esta tercera fase:

La sesión programada desde el Aula de la ciencia se reparte en 4 bloques: la luz como energía, óptica geométrica, óptica ondulatoria y física moderna.

Revisando las preguntas contestadas por los alumnos, en su actividad después de la visita, y la redacción sobre su opinión personal; los resultados que obtenemos:

El 100% (18 de 18) de los alumnos recuerdan las experiencias del primer bloque, la luz como energía, han sido capaces de explicar con mayor o menor concreción las experiencias relativas a las distintas temperaturas que se alcanzan por las diferentes velas o filamentos. Algunos alumnos añaden a sus explicaciones de este bloque dibujos esquemáticos de los distintos tipos de velas, el mechero Bunsen o los filamentos de metal. Respecto a este bloque llama la atención que se acordaban de los datos numéricos por ejemplo las temperaturas que alcanzaban las distintas velas: 800°C, 900°C.

El 85 % de los alumnos (15 de 18) han conseguido entender y explicar algunos conceptos de la óptica geométrica, en este caso las explicaciones son menos precisas, a pesar de que las experiencias son más visuales se nota que no han prestado mucha atención; solo parecen referencias a la ley de Snell y algún esquema de la reflexión de la luz.

El 35 % de los alumnos (6 de 18) llegan a explicar algún concepto de la óptica ondulatoria, siendo estos la descomposición de la luz y la experiencia de Young ya que se utilizaron CD para realizarla y fue individual, cada alumno disponía de un CD.

El 21% de los alumnos (4 de 18) llegó hasta el final. Solo cuatro alumnos han sido capaces de explicar o recordar algo sobre las experiencias del bloque de física moderna, bloque para ellos nuevo en conceptos. Las ideas que extraen de este bloque de experiencias: son *“la carga que tienen las partículas”* y el funcionamiento de una televisión antigua pero solo a nivel de enunciado de idea.

Finalmente las impresiones que sacamos de la opinión personal de los alumnos es bastante uniforme, en primer lugar todos los alumnos consideran la actividad como una excursión ya que aparece en todos los trabajos entregados

por los alumnos, en segundo lugar se quejan de la duración de la actividad, para ellos muy larga, la monotonía cuando la presentación corre a cargo de una sola persona y el resto están pasivos así como de la poca participación que ellos tienen. Mostramos algunos comentarios de los alumnos que reflejan sus impresiones tras la visita:

- *“Me ha parecido una clase entretenida pero al que lo explicaba le faltaba soltarse un poco más”.*
- *“En mi opinión debería haber habido un descanso y una mayor participación del alumnado”.*
- *“No hizo experimentos y en uno de ellos usamos discos. Explicaba en pizarra digital, mucha teoría”.*

Tras exponer cómo se desarrolló la actividad, pretendemos hacer una evaluación formativa de la misma, que suponga un instrumento de mejora de la enseñanza informal. No debemos olvidar que estamos evaluando una actividad colectiva, de un proceso enseñanza/aprendizaje en el que el papel del docente y el funcionamiento del Aula constituyen factores determinantes.

Para hacer una evaluación objetiva del desarrollo de la actividad, visita al Aula “Tocar la Ciencia”, nos centramos en estos puntos:

- ✓ Incide en el aprendizaje; es decir favorece el aprendizaje.
- ✓ Incide en la enseñanza; es decir contribuye a su mejora.
- ✓ Incide en el currículo, se ajusta a lo que puede ser trabajado con interés y provecho por los alumnos.

El Aula “Tocar la Ciencia” si toca todos los puntos anteriormente expuestos, aunque no los desarrolla en profundidad. Trata de extender los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales del aprendizaje de las ciencias, dando una visión interdisciplinar de la misma, tratando de conectar el aprendizaje informal con los contenidos del aula formal, aportando un valioso complemento experimental; aunque no presta mucha atención en la necesidad

de los alumnos de participar en su propio proceso de aprendizaje ofreciéndoles la oportunidad de realizar experiencias por sí mismos.

Contribuye a la mejora de la enseñanza de las ciencias ya que para la realización de las experiencias utiliza objetos familiares y sencillos para los alumnos, de esta manera aleja la concepción generalizada entre los alumnos de que la ciencia es algo muy alejado de su realidad y su vida cotidiana.

Considerando la visita al Aula “Tocar la Ciencia” como una visita centrada en el currículo, no se aleja del mismo. Introduce disciplinas nuevas del currículo oficial de Física, pero necesita acercarse más a las necesidades del alumnado.

Con todo esto, el planteamiento, desarrollo y puesta en acción del Aula Tocar la Ciencia cumple con los requisitos de un centro de Ciencias de divulgación científica; entonces ¿Por qué nuestra visita al Aula Tocar la Ciencia no ha dado el resultado deseado en el grado deseado?

Trataremos de explicarlo en el siguiente apartado.

6. Conclusiones. Reflexión final.

La realización de este Trabajo Fin de Master, en paralelo al desarrollo del Practicum y la profundización en diferentes modelos y métodos de didácticos durante las asignaturas específicas del Máster, ha implicado que este trabajo haya ido evolucionado y cambiando su orientación como resultado de lo observado y analizado.

En primer lugar, existe una percepción general de que la puesta en práctica de los métodos didácticos de la Física más allá de la transmisión directa de conocimientos, a la que queda relegada en muchos casos. Esta situación es debida o achacada a múltiples factores.

Entre estos factores los más citados son (y no necesariamente en este orden) la situación curricular de la materia en secundaria, la forma en que está estructurada, y la gran extensión de los temarios a impartir, entre muchos otros... No es objetivo de este trabajo el profundizar en esta casuística pero esta debe ser reflejada para contextualizar el trabajo que aquí presentamos.

Este trabajo tenía un objetivo claro en su formulación inicial: La mejora del aprovechamiento didáctico del aula - espacio Tocar la Ciencia. Así nuestro planteamiento inicial, ya manifestado, consistía en trabajar la preparación previa a la visita de los alumnos, el acompañamiento activo en el desarrollo de la actividad y utilizar lo visto en la actividad como refuerzo en el desarrollo del trabajo en el centro. A pesar de haber seguido los pasos adecuados no se ha obtenido el objetivo deseado, haciendo un análisis de los trabajos entregados por los alumnos tras la visita se aprecia que no ha habido un aprovechamiento didáctico real de la visita; los alumnos no han conseguido afianzar los conceptos explicados, únicamente recordaban los primeros experimentos, y por lo tanto tampoco los procedimientos empleados. No han conseguido adoptar una posición activa y crítica de aprendizaje. Ante esta realidad constatada vemos el diseño de una programación previa a una visita de este carácter no es suficiente, nos encontramos con situaciones que impiden alcanzar los objetivos planteados en el inicio.

Como hemos indicado anteriormente, nos hemos encontrado con situaciones que no creemos que sean extrañas a la realidad cotidiana en diferentes centros y nos hacen plantearnos esta reflexión en términos más generales y amplios.

Pasamos a enumerar las diferentes situaciones presentes y que condicionan el desarrollo de la actividad del aula - espacio Tocar la Ciencia.

- 1) La temporalidad de la actividad: la actividad del aula se centra en grandes bloques que tratan de seguir un temario ordenado que se ajusta en cierta medida a la temporalidad habitual de los temarios de secundaria. Aunque esto no siempre ocurre.
- 2) El desplazamiento a la Facultad de Ciencias, hace que esta actividad requiera una planificación y completar una serie de trámites. Esto conlleva que se trate de compensar el tiempo empleado en el desplazamiento con el tiempo estimado de la actividad, lo cual hace que en muchos casos la duración de la actividad sea excesiva para un aprovechamiento óptimo por parte de los alumnos. Esto sucede en gran medida a una solicitud por

parte de los centros. Esto se ve refrendado si se observa que los centros que reservan su participación en las diferentes sesiones, se corresponden en su mayoría a centros situados en un área próxima a la Facultad de Ciencias.

- 3) Relacionado con el punto anterior, el bajo número de alumnos de ciencias en bachillerato y el aprovechamiento del transporte concertado, hace que los grupos presentes sean la mayor parte de las veces heterogéneos e incluyan alumnos de diferentes cursos y por tanto con diferente preparación previa. Los responsables del aula poco pueden hacer en este sentido más que tenerlo en cuenta y para ello recogen en el formulario de reservas la mayor información posible sobre el grupo.
- 4) La selección de la sesión más apropiada al grupo que acude es responsabilidad del profesor que formaliza la reserva, los responsables del aula informan por adelantado de las experiencias que componen la sesión (ver protocolo adjunto). En ocasiones la sesión no se adapta al grupo que ha acudido a la misma, se debería mejorar la coordinación de la actividad.
- 5) Los alumnos en secundaria realizan en general y siempre dependiendo del centro pocas actividades en el laboratorio. Es más muchos de los alumnos de bachillerato no han trabajado nunca ni con los dispositivos más simples presentes en un laboratorio. Esto conlleva que la actitud de los alumnos frente a un experimento sea pasiva ya que no están familiarizados con el trabajo experimental de formulación/refutación de hipótesis. Por otra parte los alumnos que si han realizado experiencias de laboratorio de forma más o menos habitual y continua en su centro ven frustradas parte de sus expectativas en la visita ya que su rol no es de protagonista del experimento sino de observador distante. Esto es muy difícil de solucionar, y sería deseable la existencia de otro tipo de actividad en la que los alumnos tengan un mayor protagonismo en la realización de los experimentos, aunque sea en un número mucho menor. En cierta medida, el campus de física cubriría ese espectro. Ahora bien si preguntáramos a los profesores de secundaria sobre su percepción sobre

la habilidad y competencia de sus alumnos en el laboratorio seguramente el resultado sería medio/alto y con poca dispersión. Este tema daría lugar a un trabajo original más extenso que este y seguramente es debido a que muchas veces se banaliza el trabajo de laboratorio y se reduce a la toma de medidas y a su tratamiento posterior (tratamiento matemático más que físico siendo el análisis de resultados poco profundo). Cuando el trabajo de laboratorio debe ayudar a los alumnos a desarrollar su capacidad de aprendizaje del conocimiento científico, enfrentándose a problemáticas abiertas que despierten su interés (tratamiento físico más que matemático) potenciando el estudio cualitativo de las situaciones, emitiendo hipótesis y elaborando estrategias de resolución de los problemas. En definitiva acercarse más a la realidad de un científico cuando se enfrenta a un problema.

- 6) Poco aprovechamiento didáctico de la actividad. En muchas ocasiones los alumnos ven la actividad como una excursión a la Universidad. Y en cierta medida es cierto, es su primera visita a un centro universitario y sobre todo los alumnos de bachillerato están expectantes sobre lo que en no mucho tiempo va a ser centro de su vida. Hay que tener en cuenta esta situación, muy especial en esta actividad, y que afecta al desarrollo inicial de la sesión del aula. Con anterioridad a la visita este tema debe ser tratado y se debe hacer consciente al alumno de la importancia de la actividad. Con esta premisa en mente, la visita a un Centro Universitario es también de gran interés.
- 7) El aula en cualquier caso no puede verse o usarse como un sustituto a la actividad experimental en el Instituto.

Nuestro planteamiento inicial, era por tanto, demasiado optimista con respecto a la situación de partida. Nos hemos dado cuenta que la situación expuesta, no tiene una solución sencilla ni siquiera de una forma parcial. Un mejor aprovechamiento de la actividad del Aula espacio Tocar la Ciencia y de cualquier otro, requiere una mejor formación de los alumnos en ciencias. Entendiendo que esa mejora en la formación no se reduce a una mayor

acumulación de conceptos sino a las competencias que tiene que adquirir el alumno. El alumno de secundaria y sobre todo de bachillerato debe tener una visión más crítica y amplia de la ciencia. Para ello es imprescindible una mayor integración de la experimentalidad de la ciencia en el desarrollo teórico. Y aquí nos referimos a realización por parte de los alumnos y del profesor de un mayor número de experiencias, prácticas y/o demostraciones. Pero no de cualquier manera, el alumno debe sentirse en gran medida protagonista de las mismas porque de esa manera el alumno sería partícipe del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto conlleva que esta actividad, denominémosla práctica, para que sea efectiva y sirva de refuerzo conceptual, debe realizarse en el propio aula del instituto cuando temporalmente se corresponda con el desarrollo denominemos teórico y no cuando exista un hueco o el temario lo permita. De esta manera, en cierto modo mucha de la labor que actualmente realiza el aula espacio tocar la ciencia se llevaría a cabo en gran medida en el propio centro, con un mayor aprovechamiento por parte del alumnado.

En este sentido, el profesorado de secundaria (y ya mi incluyo entre él) no debemos ver en modo alguno al aula espacio tocar la ciencia como una solución a la falta de experimentalidad en la formación de sus alumnos.

Debe ser entendida como un refuerzo y es en ese significado cuando adquiere todo el sentido y toda la potencialidad que se manifiesta en el nombre AULA ESPACIO TOCAR la ciencia.

En este caso si es importante la semántica, no se habla de laboratorio sino de aula entendida como un espacio abierto y donde la ciencia se pueda "TOCAR" por parte de los alumnos. Hay que ir más allá de los conceptos de aula y de laboratorio y superar la separación de teoría y práctica, como ya se ha superado la separación de teoría y problemas. Y este es un buen ejemplo ya que al igual que los problemas se integran con el desarrollo teórico del tema, las prácticas/experiencias deben adquirir el mismo estatus y realizarse de forma totalmente integrada en la unidad didáctica. Un modelo de enseñanza de las ciencias deba ser algo más que un conjunto de elementos dispersos e intercambiables; deben tener cierta coherencia y cada uno de ellos (teoría, práctica y problemas) viene apoyado por los restantes. Otro punto interesante de

esta analogía, en el que no debemos o podemos profundizar, es que al igual que los problemas considerados abiertos permiten un aprendizaje más significativo que los problemas de aplicación de una fórmula, creemos que la realización de pequeños proyectos de investigación dirigida supondrá una mejora significativa frente al conocimiento adquirido mediante prácticas formulario o receta.

Nuestro planteamiento de actuación desarrollado durante la realización del presente Trabajo Fin de Máster, es un planteamiento de mínimos. Es decir intentamos una solución para el mejor aprovechamiento de una actividad planteada. Esta solución, es parcial y busca que el alumno no se desenganche de la actividad, el aprovechamiento va a seguir siendo muy limitado pero buscamos evitar que bajo el planteamiento actual algún alumno pueda sentir un desapego hacia la ciencia. Cualquier planteamiento más ambicioso requiere como hemos disertado una actuación en mayor profundidad.

Bibliografía

- Alonso, M.; Gil, D. y Mtnez-Torregrosa, J.** (1996): «Evaluar no es Calificar». *Investigación en la Escuela*, num.30, pp.15- 26.
- Cantó, J.; Hurtado, A. y Vilches, A.** (2013): «Educación científica más allá del aula. Una herramienta para la formación del profesorado en sostenibilidad». *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, num.74, pp.76 - 82.
- Cuesta, M. Díaz, M.; Echevarría, I. y Medina, V.** (2002): «Centros interactivos de ciencia: su papel en el aprendizaje de la Física». *Aspectos didácticos de Física y Química (Física)*. vol.10, pp.81 - 112.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Mtnez-Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Pessoa, A.M.** (1999): «¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?». *Enseñanza de las Ciencias*, num.17, pp.331- 320.
- Gil, D.** (1994): «10 años de investigación en didáctica de las ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, num.12, pp.154- 164.
- Gil, D., Martínez Torregrosa, J.** (1992): «La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo». *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, num.6, pp.73-85.
- Guisasola, J.M.** (2005): «Museos de ciencias y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja». *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, num. 43, pp.58 - 66.
- Guisasola, J.; Morentin, M.** (Enero 2013): «Visitas escolares a centros de ciencias basadas en el aprendizaje». *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* num.73, pp.61-68.
- Rennie, L.** (2008): «*Learning science outside of school*». Londres. Routledge.
- Sabadell, M.** (2004): «Ciencia, Educación y Medios de Comunicación». *Aspectos didácticos de Física y Química (Física)*. vol.12 , pp.111- 128.
- Segarra, A.; Vilches, A.; Gil, D.** (2008): «Los museos de ciencias como instrumentos de alfabetización científica». *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, num.22 , pp.85- 102.
- Suero, M.I., Pérez, L., Gil, J., Montanero, M., Pardo, P.** (2004): «Macrosecuencia instruccional para la enseñanza de la óptica». *Aspectos didácticos de Física y Química*. vol.12 , pp.67-92 .
- Vázquez, B.R.** (2007): «Ciencias en las manos: aprendizaje informal». *Intercambio* , pp.107 - 116.
- Vilches, A., Gil, D.** (2011): «El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún infrautilizada». *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, num. 69, pp. 73- 79.
- Vilches, A., Gil, D.** (2007): «La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad». *Tecné, Episteme y Didaxis*, vol.22 , pp.67- 85.

ANEXO 1

Protocolo de Experiencias de Óptica y Física Moderna

1. La luz como energía

1. **La temperatura de una vela.** La temperatura de una vela de color rojizo-anaranjada, es de unos 800°C. Explicación del color. El color es producido por las pequeñas partículas de carbono a esas temperaturas que no se ha quemado por la mezcla de aceite de la parafina evaporada y el oxígeno del aire.
2. **Temperatura de un mechero de alcohol.** Alcanza temperaturas más altas que una vela y puede fundir algunos tipos de vidrio.
3. **Temperatura de un mechero Bunsen de butano.** En este mechero, el gas a alta presión que sale de la bombona pasa por un estrechamiento donde su velocidad aumenta mucho. En ese estrechamiento hay varios orificios por los que puede entrar el aire Efecto Venturi. Así, la mezcla de combustible y aire es muy eficiente y la llama apenas deja residuos de carbono. Su temperatura es de unos 1200 °C y ya puede fundir vidrio.
4. **Temperatura de un filamento de hierro.** Un filamento de hierro por el que circula una corriente emite luz cuyo color va siendo más blanco a medida que aumenta su temperatura Ley de Wien.
5. **Temperatura de una barra de grafito.** Una barra de grafito puede alcanzar los 4000K, lo que significa que emite una luz muy blanca, muy semejante a la del Sol.

Nota Histórica. Las primeras bombillas de Edison fueron hechas de bambú carbonizado. Luego pasaron a ser hechas de wolframio o tungsteno, el metal con el punto de fusión más alto. El tungsteno fue descubierto por los hermanos José y Fausto Elhuyar, en 1883 pero durante mucho tiempo se atribuyó al sueco Carl Wilhelm Scheele [tungsteno significa 'piedra negra' en sueco. No hay ningún elemento de la Tabla Periódica que haga referencia a España.]

6. **Temperatura del Sol.** La temperatura en la corona solar es de unos 6000 K. El máximo se encuentra, de acuerdo con la ley de Wien, en el color verde. Quemar un papel, pintado, con la luz del Sol. ¿Por qué son verdes las plantas?
7. **Placa fotoeléctrica.** Efecto fotoeléctrico. Mover un motor eléctrico con la luz.
8. **Radiómetro de Crookes.** La luz se puede transformar en energía mecánica
9. **Pájaro bebedor de luz (opcional).** Un pájaro bebedor pintado su cuerpo de negro, y protegida la cabeza de la luz con un escudo opaco, se mueve cuando es iluminado.

2. Óptica geométrica

1. **Luz láser.** Visualización mediante difusores (gotitas) de la trayectoria de la luz. Fenómenos de interferencias cuando la luz se refleja en las gotitas de líquido depositadas sobre un espejo (caústicas). Fondo de piscina.

2. **Ley de Snell de la reflexión.** La ley de la reflexión y el Principio de Fermat. Espejos. reflexión difusa. reflexión de una palabra colocada enfrente de un espejo. El espejo cambia la parte de adelante por la parte de atrás. Espejismo.
3. **Espejos formando ángulo.** Para un ángulo el número de imágenes de Espejos en Ángulo recto: 3 imágenes. La imagen central es la del objeto bien orientado, por ejemplo, una cara, que se forma tal y como la ven los demás. Iluminación de un objeto y de sus imágenes. Para espejos paralelos, infinitas imágenes.
4. **Formación de la imagen en un espejo.** Reflexión de palabras.
5. **Ley de Snell de la Refracción.** índice de refracción. Representación geométrica. Principio de Fermat. 'La trayectoria de la luz entre dos puntos sigue el mínimo camino óptico.' El camino óptico es igual a la suma de las trayectorias recorridas en diferentes medios ópticos multiplicadas por sus índices de refracción.
6. **Angulo límite.** Fibra óptica.
7. **El ojo como instrumento óptico.** Tipos de lentes. Corrección de defectos visuales.

3. Óptica ondulatoria

1. **Experiencia de Newton.** Descomposición de la luz blanca. Arco Iris.
2. **Experiencia del doble prisma de Newton.** Recomposición de la luz blanca.
3. **Polarización.** Polarizadores. La luz como onda electromagnética.
4. **Difracción por una rendija.** Interferencias
5. **Experiencia de Young.** Difracción por doble rendija.
6. **Cubeta de ondas.** Interferencias.
7. **Colores en superficies jabonosas.**

4. Física Moderna

1. **Ruptura dieléctrica del aire.** Máquina de Wimshurst.
2. **Lámpara de plasma.**
3. **Transformador.** Escalera de Jacob.
4. **Espectros de gases enrarecidos.**
5. **Redes de difracción.**
6. **Rayos catódicos.** Aparato cruz de Malta.
7. **Medida de la relación carga-masa del electrón.** Aparato de Thomson.
8. **Efectos ondulatorios en electrones.** Aparato de la dualidad onda corpúsculo en electrones.

ANEXO 2

La visita que vamos a realizar al Aula Tocar la Ciencia va a enseñarnos experiencias físicas relacionadas con estos temas, La luz como energía, la Óptica geométrica y Óptica ondulatoria.

Veremos situaciones que encontramos en nuestra vida diaria que nos ayudará a entender la terrible asignatura de FÍSICA.

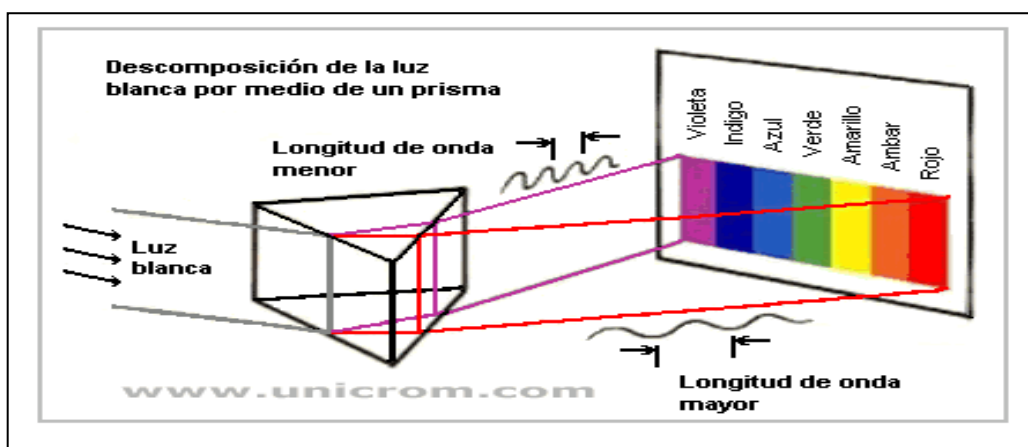
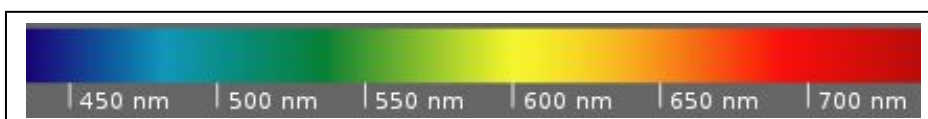
Guía didáctica. Tema La luz como energía

La luz es una **forma de energía** capaz de provocar cambios en los cuerpos. Así, por ejemplo, nuestra piel y la de muchos animales cambia de color cuando se expone a la luz solar. También es una importante fuente de energía para las plantas, que la utilizan para fabricarse el alimento.

La luz es fundamental para poder observar los objetos que nos rodean. Gracias a ella podemos tener a nuestro alrededor un mundo de color.

- La luz es una forma en que se presenta la energía. Es una forma de radiación.
- La luz es detectada por el ojo humano.
- Hace falta energía para producir luz. Los materiales ganan energía cuando absorben luz.
- La luz transfiere energía de un lugar a otro.

Espectro de la luz visible



Los experimentos que vamos a ver en el Aula “Tocar la Ciencia” dentro del tema de La luz como Energía son estos:

1. **La temperatura de una vela.** *La temperatura de una vela de color rojizo-anaranjada, es de unos 800°C. Explicación del color. El color es producido por las pequeñas partículas de carbono a esas temperaturas que no se ha quemado por la mezcla deficiente de la parafina evaporada y el oxígeno del aire.*

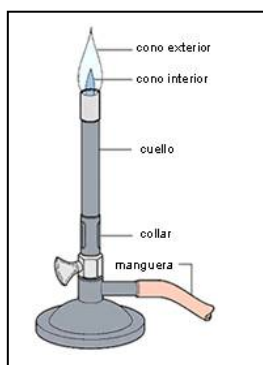
Breve explicación. Curiosidades

Cuando se produce la combustión de un elemento inflamable en una atmósfera rica en oxígeno, se observa una emisión de luz, que puede llegar a ser intensa, denominada **llama**.

Para que un sólido emita radiación visible tiene que estar a una temperatura de 850K, entonces lo vemos de color rojo.

2. **Temperatura de un mechero de alcohol.** *Alcanza temperaturas más altas que una vela y puede fundir algunos tipos de vidrio.*
3. **Temperatura de un mechero Bunsen de butano.** *En este mechero, el gas a alta presión que sale de la bombona pasa por un estrechamiento donde su velocidad aumenta mucho. En ese estrechamiento hay varios orificios por los que puede entrar el aire Efecto Venturi. Así, la mezcla de combustible y aire es muy eficiente y la llama apenas deja residuos de carbono. Su temperatura es de unos 1200°C y ya puede fundir vidrio.*

Mechero Bunsen



4. **Temperatura de un filamento de hierro.** *Un filamento de hierro por el que circula una corriente emite luz cuyo color va siendo más blanco a medida que aumenta su temperatura .Ley de Wien.*

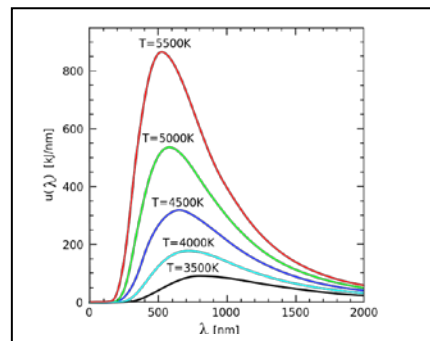
5. **Temperatura de una barra de grafito.** Una barra de grafito puede alcanzar los 4000 K, lo que significa que emite una luz muy blanca, muy semejante a la del Sol.

Nota Histórica. Las primeras bombillas de Edison fueron hechas de bambú carbonizado. Luego pasaron a ser hechas de wolframio o tungsteno, el metal con el punto de fusión más alto. El tungsteno fue descubierto por los hermanos José y Fausto Elhuyar, en 1883 pero durante mucho tiempo se atribuyó al sueco Carl Wilhelm Scheele (tungsteno significa 'piedra negra' en sueco).

6. **Temperatura del Sol.** La temperatura en la corona solar es de unos 6000K. El máximo se encuentra, de acuerdo con la ley de Wien, en el color verde. Quemar un papel, pintado, con la luz del Sol. ¿Por qué son verdes las plantas?

Ley de desplazamiento de Wien: Especifica que hay una relación inversa entre la longitud de onda en la que se produce el pico de emisión de un cuerpo negro y su temperatura.

$$\lambda_{\max} = \frac{0,0028976 \text{ m} \cdot \text{K}}{T}$$



¿Por qué las plantas son verdes? : La clorofila sólo absorbe fotones de unos colores y no de otros. En concreto, absorbe fotones “rojos” y “azules” sobre todo, pero no los “verdes”. Esto significa que las plantas no absorben ni aprovechan una parte de la energía luminosa que llega hasta ellas.

7. **Placa fotoeléctrica.** Efecto fotoeléctrico. Mover un motor eléctrico con la luz.

8. Radiómetro de Crookes. La luz se puede transformar en energía mecánica

Breve explicación: Curiosidades

Crookes quería saber si la luz al chocar en una superficie

Ejercía alguna fuerza, así que pensó que la luz rebotaría

En los lados plateados de las placas, mientras que sería

Absorbida por el lado ennegrecido.



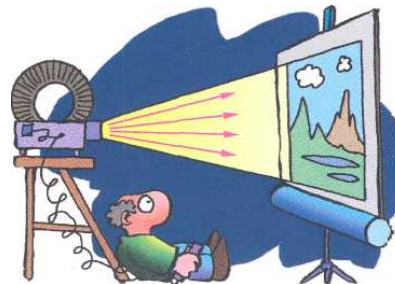
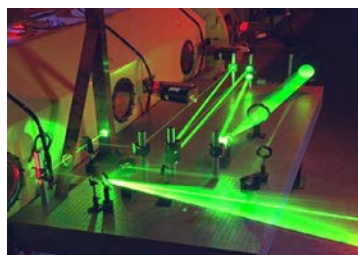
Guía didáctica. Tema Óptica geométrica

La óptica geométrica se fundamenta en la teoría de los rayos de luz, la cual considera que cualquier objeto visible emite rayos rectos de luz en cada punto de él y en todas las direcciones. Cuando estos rayos inciden sobre otros cuerpos pueden ser absorbidos, reflejados o desviados, y cuando penetran en ojo estimulan el sentido de la vista.

Los experimentos que vamos a ver en el Aula "Tocar la Ciencia" dentro del tema de Óptica geométrica son estos:

1. **Luz láser.** Visualización mediante difusores (gotitas) de la trayectoria de la luz.
Fenómenos de interferencia cuando la luz se refleja en la gotitas de líquido depositadas sobre un espejo. Fondo de piscinas.

La luz láser nos permite ver la trayectoria de la luz ya que la luz se propaga en línea recta.

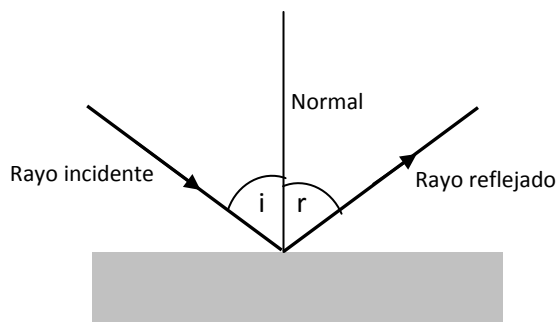


2. **Ley de Snell de la reflexión.** La ley de la reflexión y el principio de Fermat.
Espejos. Reflexión de una palabra colocada enfrente de un espejo. El espejo cambia la
parte de delante por la parte de atrás. Espejismo.

Reflexión. Ley de Snell

El principio de Fermat nos dice que “El trayecto seguido por un rayo de luz al propagarse de un punto a otro es tal que el tiempo empleado en recorrerlo es el mínimo posible.”.

La reflexión se produce cuando una onda encuentra una superficie contra la cual rebota. En la reflexión el rayo incidente y el reflejado se propagan en el mismo medio.



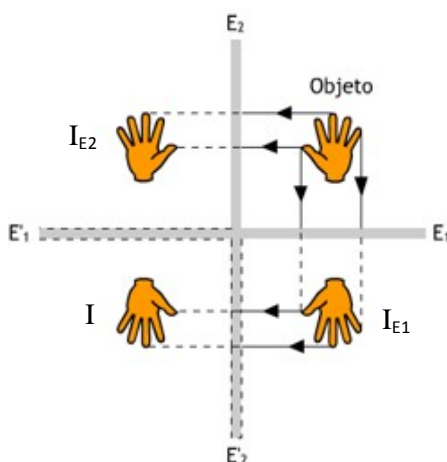
Leyes de la reflexión

El rayo incidente, el reflejado y la normal están en un mismo plano.

Los ángulos de incidencia y reflexión son iguales: $i = r$

La reflexión nos permite ver los objetos ya que la luz que se refleja en ellos llega a nuestros ojos. Así, por ejemplo, si un objeto absorbe todos los colores de la luz blanca excepto el rojo, que es reflejado, aparecerá ante nosotros de ese color.

3. **Espejos formando ángulo.** *Para un ángulo θ el número de imágenes de $n = 360/\theta - 1$.*
1. Espejos en ángulo recto: 3 imágenes. La imagen central es la del objeto bien orientado, por ejemplo de cara, que se forma tal y como lo ven los demás. Iluminación de un objeto y de sus imágenes. Espejos paralelos, infinitas imágenes.



Si situamos dos espejos planos uno junto al otro, la imagen de uno se puede reflejar en el otro produciendo una repetición del objeto inicial. **El número de imágenes formadas dependerá del ángulo entre los espejos.**

En la imagen podemos ver como dos espejos que forman un ángulo de 90° (E_1 y E_2) se reflejan mutuamente.

4. **Formación de la imagen de un espejo.** *Reflexión de las palabras.*

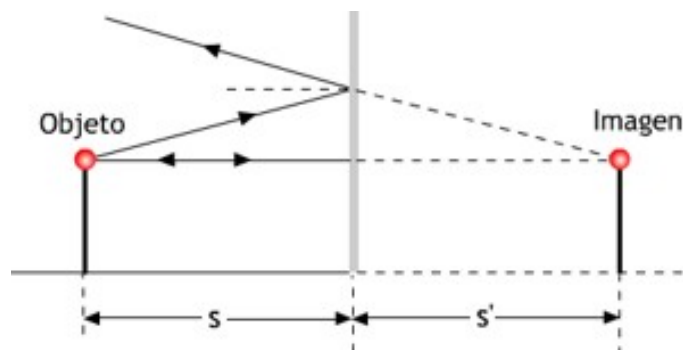
Un poco de historia acerca de los espejos: En Turquía se utilizaban hace ya 7.500 años espejos de obsidiana (vidrio natural) Los primeros espejos fabricados por el hombre, sin embargo, eran de cobre o de bronce muy pulido. Fueron los romanos los primeros en conseguir fabricar espejos recubriendo el vidrio de plata o de estaño. Sea como fuere, el uso de espejos de vidrio no se popularizó hasta el siglo XIII, cuando los artesanos venecianos descubrieron un método apropiado para recubrir de plata el vidrio.

Reflexión en espejos planos

Los rayos que llegan a un espejo se reflejan siguiendo las leyes de la reflexión.

Un rayo que incida perpendicularmente al espejo se refleja sobre sí mismo.

La imagen se forma en la intersección de los rayos. Aparentemente está "en el interior del espejo", al otro lado de la superficie reflectante es del mismo tamaño.



5. **Ley de Snell de la refracción.** *La ley de la refracción. Índice de refracción.*

Representación geométrica. El principio de Fermat "la trayectoria de la luz entre dos puntos sigue el mínimo camino óptico". El camino óptico es igual a la suma de las trayectorias recorridas en diferentes medios ópticos multiplicadas por sus índices de refracción.

La refracción tiene lugar cuando una onda que se propaga en un medio pasa a otro en el cual su velocidad de propagación es distinta.

Leyes de la refracción

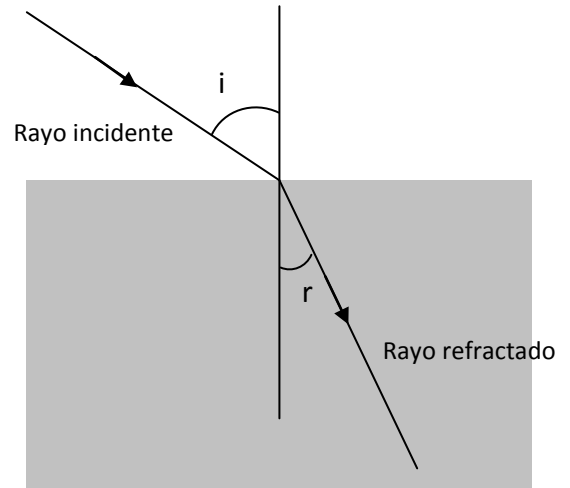
El rayo incidente, el refractado y la normal están en un mismo plano.

La relación entre el ángulo de incidencia y el de refracción viene dado por la siguiente expresión

(Ley de Snell)

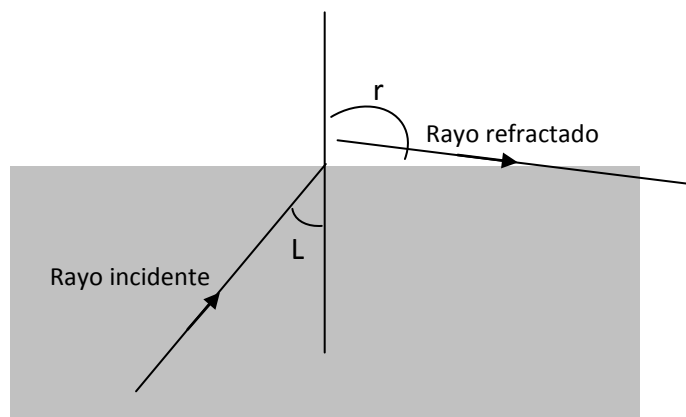
$$n_1 \sen i = n_2 \sen r$$

Donde n_1 es el índice de refracción del primer medio, o medio en el que se propaga el rayo incidente, y n_2 es el índice de refracción del segundo medio o medio en el que se propaga el rayo refractado.



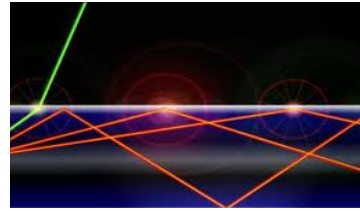
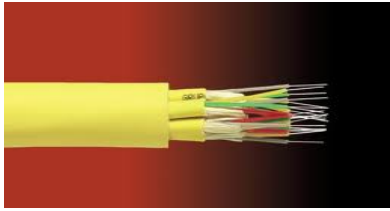
6. Ángulo límite. Fibra óptica.

Explicación del ángulo límite: Solo aparece cuando existe refracción de la luz. Si se aumenta el ángulo de incidencia, el rayo refractado se va acercando a la superficie de separación de los medios. Existirá cierto ángulo de incidencia para el cual el rayo refractado sale rasante a dicha superficie ($r = 90^\circ$). El ángulo de incidencia para el que sucede esto se denomina **ángulo límite (L)**.

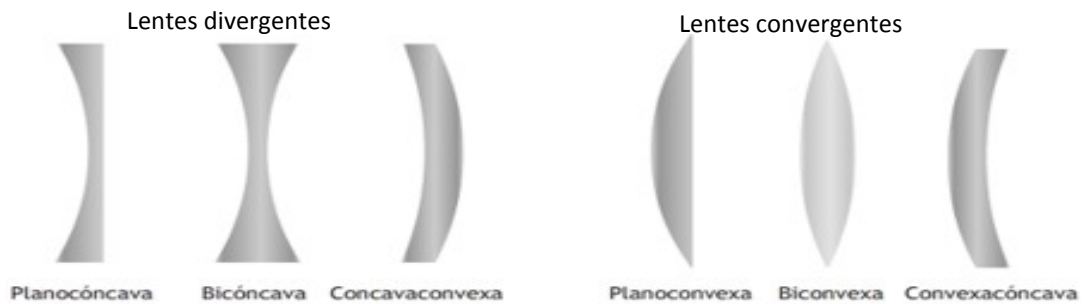


Este fenómeno es usado en la transmisión de luz en la fibra óptica y de esta manera podemos tener conexiones más rápidas de internet y mayor rapidez para la descarga de archivos, es decir más Megas o Gigas de “velocidad”.

Esto es un cable de FO y como se transmite la luz en la FO.



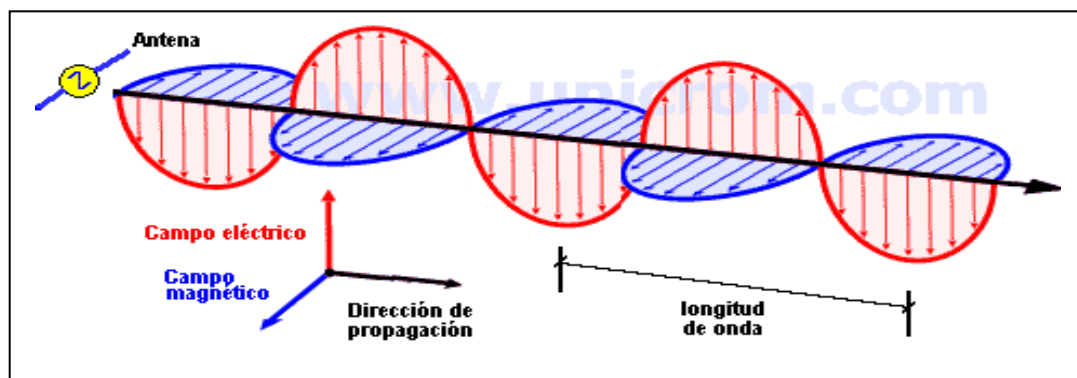
7. **El ojo como instrumento óptico.** *Tipos de lentes. Corrección de defectos visuales.* El ojo funciona como una cámara fotográfica y se basa en funcionamiento de una lente convergente.



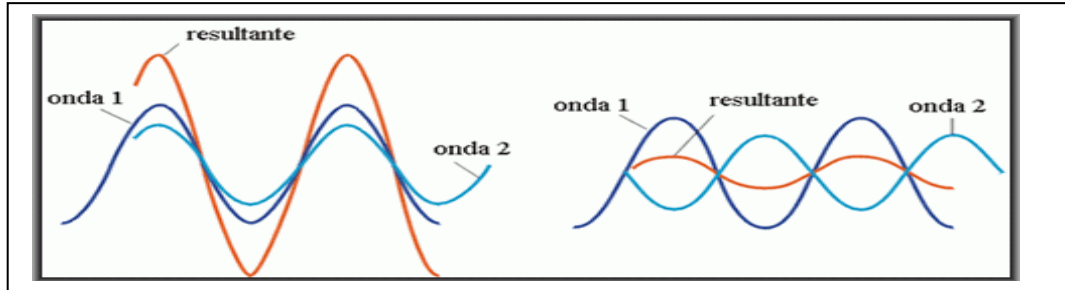
Guía didáctica. Tema Óptica ondulatoria

Óptica ondulatoria: se ocupa de los fenómenos de [difracción](#), [interferencia](#) y [polarización](#), que pueden explicarse admitiendo la naturaleza ondulatoria de la luz. Supone que la luz se propaga según [ondas](#) transversales. Los rayos luminosos son las trayectorias perpendiculares a la superficie de la onda.

La luz es una onda electromagnética.



Interferencia de ondas electromagnéticas



Los experimentos que vamos a ver en el Aula “Tocar la Ciencia” dentro del tema de Óptica ondulatoria son estos:

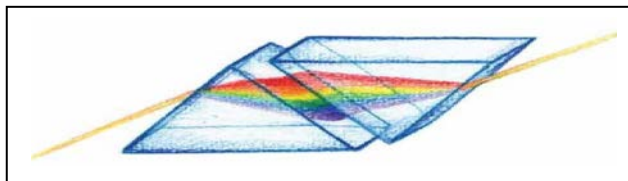
1. Experiencia de Newton. Descomposición de la luz blanca. Arco Iris.

Curiosidades

Isaac Newton explicó correctamente que lo que se observaba era la refracción de la luz, la desviación de cada color por un ángulo diferente. Newton fue el que por primera vez realizó el experimento de descomponer la luz a través de un prisma, demostrando que la luz blanca está formada por diferentes colores. Las gotas de lluvia son, en cierta manera, como diminutos prismas en el cielo.

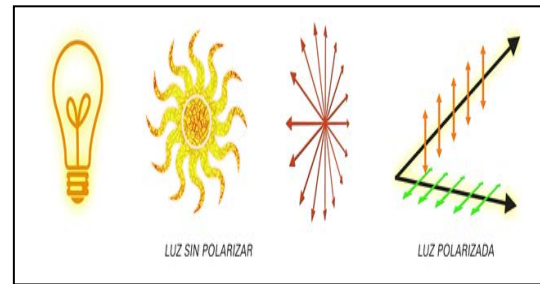
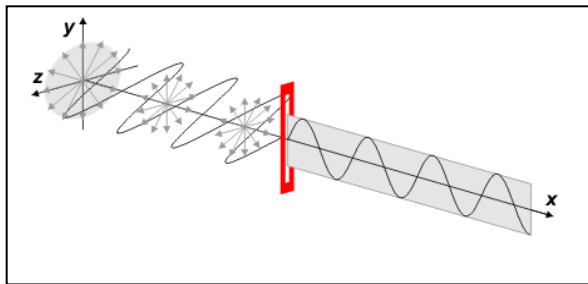


2. Experiencia del doble prisma de Newton. Recomposición de la luz blanca.



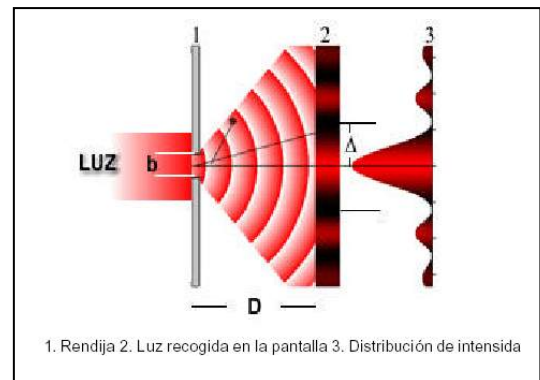
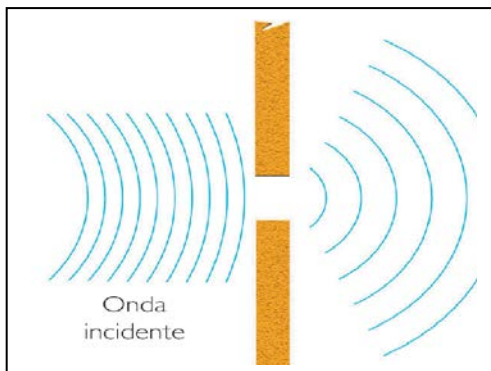
3. Polarización. Polarizadores. La luz como onda electromagnética.

la polarización electromagnética es un fenómeno que puede producirse en las ondas electromagnéticas, como la luz, por el cual el campo eléctrico oscila sólo en un plano determinado, denominado plano de polarización.



4. Difracción por una rendija. Interferencias. **Experiencia de Young.** Difracción por doble rendija

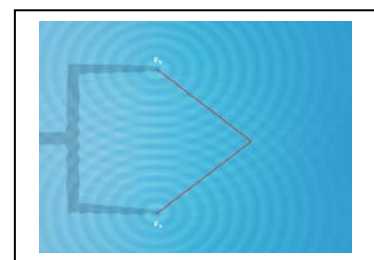
La difracción se observa cuando se distorsiona una onda por un obstáculo cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda.



5. **Cubeta de ondas.** Interferencias.

La interferencia es la combinación por superposición de dos o más ondas que concurren en un punto del espacio.

En la imagen se pueden ver los dos focos de las ondas



6. **Colores en superficies jabonosas**

En las paredes de una pompa de agua jabonosa se ven colores, estos colores se deben a las interferencias entre haces de luz, que tras reflejarse al menos una vez llegan a nuestros ojos siguiendo caminos distintos (distintas longitudes de onda).

Guía didáctica. Durante la visita.

Es importante darse cuenta de que las teorías científicas son racionales y están empíricamente Fundamentadas, los experimentos que vais a ver están basados en ellas. En todos estos experimentos podemos ver como se pone en práctica el método científico.

Durante la visita del aula Tocar la ciencia deberíamos:

1. Identificar la aplicación del método científico en cada experimento
2. Anotar los pasos
3. Anotar que ha ocurrido en los experimentos.
4. Anotar lo que más os ha llamado la atención.

Guía didáctica. Tras la visita.

Para realizar una evaluación de los conceptos aprendidos en nuestra visita. Expresar en una hoja las experiencias que nos explicaron en el aula de la ciencia.

Es importante señalar las ideas claras de cada experimento, para ayudarte puedes preguntarte para cada uno de los experimentos estas preguntas:

- ¿Qué ha ocurrido?
- ¿Por qué ha ocurrido?

Señala lo que más y lo que menos te ha gustado

